北京市周边地区奶牛场玉米青贮饲料瘤胃降解特性对比分析

张　婕[1]　童津津[1]　杨德莲[1]　蒋琦晖[1]　蒋林树[1*]　熊本海[2*]

（1. 北京农学院动物科技学院，奶牛营养学北京市重点实验室，北京 102206；2.中国农业科学院北京畜牧兽医研究所，北京 100193）

摘　要：本研究旨在对北京市周边地区奶牛场的玉米青贮饲料中干物质（DM）和中性洗涤纤维（NDF）的瘤胃降解特性进行对比分析。以 3 头安装永久性瘤胃瘘管的健康荷斯坦奶牛为试验动物，通过尼龙袋法测定昌平区、延庆区和房山区 3 个区，每个区 3 个奶牛场的玉米青贮饲料中 DM 和 NDF 的 72 h 瘤胃降解率及瘤胃降解参数。结果显示：1）房山区奶牛场的玉米青贮饲料中 DM 含量平均值最高，但 NDF 和酸性洗涤纤维（ADF）含量的平均值最低，昌平区和延庆区的奶牛场 DM 含量平均值相近，延庆区奶牛场的 ADF 含量平均值最高，昌平区奶牛场的 NDF 含量平均值最高。2）昌平区 2 号奶牛场玉米青贮饲料的 DM 有效降解率最高，达到了 38.47%；房山区 3 号奶牛场玉米青贮饲料的 DM 有效降解率最低，仅为 28.91%；二者之间差异显著（P<0.05）。3）NDF 的有效瘤胃降解率以延庆区 1 号奶牛场最高,达到了 30.18%，而最低的房山区 2 号奶牛场只有 19.63%，二者之间差异显著（P<0.05）。由此可见，北京市周边地区不同奶牛场的玉米青贮饲料在奶牛瘤胃中的降解特性差异较大，应根据奶牛不同生长发育及泌乳阶段的营养需要，结合实际营养成分，合理配比饲粮。

关键词：奶牛；北京市周边地区；玉米青贮饲料；瘤胃降解

中图分类号：S816

众所周知，粗饲料的品质与奶牛的健康及泌乳性能密切相关[1]，及时准确分析这些饲料的瘤胃降解率十分必要。粗饲料占奶牛饲粮的 40%~70%，对维持奶牛正常生理功能和泌乳水平具有重要的作用。而粗饲料中干物质（DM）和中性洗涤纤维（NDF）又有着影响奶牛饲料利用率、影响奶牛乳脂率的作用，提高饲粮中 DM 尤其是纤维素的含量可以提高牛奶的乳脂率[2-3]。由此可见，粗饲料的品质与奶牛的生产性能息息相关。现如今北京市地区尤其是远郊区县也建立了很多规模化奶牛场，这些奶牛场自行对玉米青贮饲料进行配比。大量研究证明，玉米青贮饲料的品质与玉

收稿日期：2017-08-09

基金项目：国家“十三五”重点研发计划（2016YFD0700201，2016YFD0700205）；北京市农业局“北京市现代农业产业技术体系奶牛创新团队”

作者简介：张　婕（1994-），女，硕士研究生，研究方向为反刍动物营养与免疫。E-mail: 1197910311@163.com

***通信作者：**蒋林树，教授，博士生导师，E-mail: kjxnb@vip.sina.com；熊本海，研究员，博士生导师，E-mail: xiongbenhai@caas.cn

米的收获期、产地均有着密不可分的关系[4-5]。因此根据生产工艺、玉米原料的不同，各奶牛场所生产的玉米青贮饲料品质可能存在着较大差异，而这些差异是否会对其在奶牛瘤胃中的降解产生影响，从而影响奶牛的生理功能和泌乳水平也成为一个有待研究的问题。本试验通过对北京市周边地区奶牛场生产的玉米青贮饲料 DM 和 NDF 的瘤胃降解特性进行对比分析，为合理测评北京市周边地区玉米青贮饲料品质提供理论依据。

1　材料与方法

1.1　试验设计

试验在位于北京市的某奶牛场进行，于 2016 年 11 月 1 日开始，2016 年 11 月 15 日结束，为期 15 d。预先从北京市周边地区收集玉米青贮饲料样品，调研的奶牛场所在地为北京市昌平区、延庆区和房山区。每区随机选择 3 家 200 头以上规模化奶牛场，进行现场玉米青贮饲料采样，用塑封袋装好并记录，当天运回实验室进行后续处理。用 KDN-BI 定氮仪测定粗蛋白质含量，用 ANKOM200I 型全自动纤维分析仪测定中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维含量，用乙醚抽提法测定粗脂肪含量，粗灰分和干物质含量测定方法参照文献[6]。65 ℃烘干至恒重，制成烘干样品。然后将烘干样品过 1 mm 孔筛，装入自封袋内备用。本试验选用 300 目的尼龙布，制成 13 cm×8 cm 的尼龙袋，用尼龙线缝双道。将制好的尼龙袋标号后放入 65 ℃烘箱中烘至恒重，冷却后称重，记录初始质量，装在塑封袋中备用。准确称取 3.5 g 样品放入已知质量的尼龙袋，用橡皮筋固定。每牛头在同一时间点设 2 个重复袋。将同一时间点不同样品的 2 种不同的青贮饲料绑于一根微硬的塑料管下端，用尼龙线扎紧。试验于晨饲前展开，按"依次投入，同时取出"的原理，在试验结束前的 4、8、12、24、48、72 h 分别将尼龙袋投放进瘤胃，并于试验开始 72 h 后同时取出。将取出的样品及 0 h 未投入瘤胃的样品，一起浸入水中冲洗，洗至水流变清，停止发酵。将冲洗干净的尼龙袋放入烘箱 65 ℃烘烤至恒重并称重记录。将烘干恒重的尼龙袋中的残余样品磨碎，过 1 mm 筛孔，分别测定 DM 和 NDF 的含量。

DM 含量测定采用恒温干燥法。将干净的恒重铝盒放入烘箱，105 ℃条件下烘干 4 h，取出后放入干燥器中冷却 30 min 后称重，记为 m_1。准确称取 1 g 待测样品，记为 m_2，盒盖虚掩，放入烘箱，105 ℃条件下加热干燥 4 h，取出后放入干燥器冷却 30 min 后称重，记为 m_3。DM 含量计算公式如下:

$$DM=[(m_3-m_1)/(m_2-m_1)]\times 100。$$

NDF 含量使用 ANKOM-2000I-全自动纤维分析仪来测定。

1.2 饲养管理

试验选用 3 头装有永久性瘤胃瘘管的健康荷斯坦奶牛，体型相近，健康状况良好。每日 8：00 和 18：00 饲喂全混合日粮，自由采食、饮水，栓养。基础饲粮组成及营养水平见表 1。

表 1 基础饲粮组成及营养水平（干物质基础）

Table 1 Composition and nutrient levels of the basal diet（DM basis） %

项目 Items	含量 Content
苜蓿干草 Alfalfa hay	13.34
羊草 *Leymus chinensis*	11.20
玉米 Corn	15.73
全棉籽 Whole cottonseed	3.19
青贮玉米 Maize silage	28.57
干酒糟及其可溶物 DDGS	2.99
蒸汽压片玉米 Steam-flaked corn	7.16
豆粕 Soybean meal	11.53
棉籽粕 Cottonseed meal	3.87
预混料 Premix[1)]	1.96
食盐 NaCl	0.46
合计 Total	100.00
营养水平 Nutrient levels[2)]	
产奶净能 NE_L/(MJ/kg)	7.26
粗脂肪 EE	4.97
粗蛋白质 CP	17.35
中性洗涤纤维 NDF	30.8
酸性洗涤纤维 ADF	16.5
钙 Ca	0.74
磷 P	0.41

[1)] 预混料为每千克饲粮提供 The premix provided the following per kg of the diet：Fe 1 400 mg，Cu 800 mg，Mn 1 200 mg，Zn 3 300 mg，Se 30 mg，I 70 mg，Co 20 mg，VA 1 100 000 IU，VD 330 000 IU，VE 3 000 IU。

[2)] 泌乳净能为计算值，其他营养水平为实测值。ME was a calculated value, while other nutrient levels were measured values.

1.3 测定指标

参照Ørskov 等[7]提出的瘤胃动力学数学指数模型计算瘤胃降解特性指标。计算公式为：

$$Y=a+b(1-e^{-ct});$$

$$有效降解率=a+b\times c/（c+k）。$$

式中：Y 为尼龙袋在瘤胃中滞留 t 时间（h）后的某一营养成分降解率（%）；a 为快速降解部分（%）；b 为慢速降解部分（%）；c 为慢速降解部分降解的速率常数（%/h）；k 为瘤胃外流速率，其值为 k=0.046%/h[8]。

1.4　数据处理与统计分析

试验数据采用 SAS 9.2 软件中的 PROC GLM of SAS 模型进行分析，采用 Tukey 多重比较法检验各组平均值间的差异。差异极显著定义为 P<0.05。

2　结果与分析

2.1　北京市周边地区奶牛场玉米青贮饲料的营养成分

由表 2 可以看出，北京市周边地区不同奶牛场的玉米青贮饲料的各营养成分含量变化较大。房山区 2 号奶牛场玉米青贮饲料的 DM 含量最高，为 31.3%，昌平区 3 号奶牛场最低，仅为 25.1%；昌平区 1 号奶牛场玉米青贮饲料的粗脂肪含量最高，为 5.9%，延庆区 1 号奶牛场最低，为 3.3%；延庆区 3 号奶牛场玉米青贮饲料的粗蛋白质含量最高，为 10.2%，房山区 2 号奶牛场最低，仅为 6.8%；延庆区 1 号奶牛场玉米青贮饲料的 ADF 含量最高，为 39.9%，房山区 3 号奶牛场最低，仅为 28.5%；昌平区 3 号奶牛场玉米青贮饲料的 NDF 含量最高，高达 52.6%，房山区 2 号奶牛场最低，为 42.1%。

北京市周边地区不同牛场的玉米青贮饲料中房山区的奶牛场的 DM 含量平均值最高，但 NDF 和 ADF 含量的平均值最低，昌平区和延庆区的奶牛场 DM 含量平均值相近，延庆区奶牛场的 ADF 含量平均值最高，昌平区奶牛场的 NDF 含量平均值最高。

表 2　北京市周边地区奶牛场玉米青贮饲料的营养成分（干物质基础）

Table 2　Nutrient composition of maize silage feed in dairy farms around *Beijing*　（DM basis）　%

奶牛场 Dairy farms	干物质 DM	粗脂肪 EE	粗蛋白质 CP	粗灰分 Ash	酸性洗涤纤维 ADF	中性洗涤纤维 NDF
昌平区 1 号 No. 1 in *Changping*	26.8	5.9	10.0	3.9	32.4	52.1
昌平区 2 号 No. 2 in *Changping*	29.6	5.2	9.4	4.5	31.8	49.5
昌平区 3 号 No. 3 in *Changping*	25.1	4.1	9.9	3.1	33.2	52.6
延庆区 1 号 No. 1 in *Yanqing*	29.4	3.3	9.4	6.8	39.9	49.2
延庆区 2 号 No. 2 in *Yanqing*	26.4	4.5	9.0	3.0	37.3	49.9
延庆区 3 号 No. 3 in *Yanqing*	27.8	4.6	10.2	8.8	38.2	48.1
房山区 1 号 No. 1 in *Fangshan*	28.4	5.8	8.3	5.9	31.5	48.3
房山区 2 号 No. 2 in *Fangshan*	31.3	4.6	6.8	3.9	31.0	42.1
房山区 3 号 No. 3 in *Fangshan*	29.2	4.6	7.9	8.4	28.5	48.2

2.2　玉米青贮饲料的 DM 瘤胃降解特性

由表 3 可以看出，延庆区 1 号奶牛场在 4、8、24、48 和 72 h 的 DM 瘤胃降解率均高于其他

8 个牛场，房山区 2 号奶牛场在各个时间点的 DM 瘤胃降解率均低于其他各牛场。延庆区 1 号奶牛场的玉米青贮饲料 72 h DM 瘤胃降解率最高，昌平区 3 号奶牛场次之，二者差异不显著（P>0.05）。

综合来看，北京市周边地区，昌平区奶牛场的玉米青贮饲料的 DM 瘤胃降解率最高，其次是延庆区奶牛场，而房山区奶牛场的玉米青贮饲料的 DM 瘤胃降解率最低。

表 3　玉米青贮饲料干物质瘤胃降解率

Table 3　Ruminal DM degradation rate of maize silage feed　　%

奶牛场 Dairy farms	取样时间点 Sampling time/h					
	4	8	12	24	48	72
昌平区 1 号 No. 1 in *Changping*	16.76±0.97^{b}	18.76±2.21^{b}	28.58±1.90^{b}	38.54±1.45^{b}	44.59±0.55^{b}	49.91±1.22^{a}
昌平区 2 号 No. 2 in *Changping*	14.76±1.46^{c}	17.03±1.61^{c}	26.93±0.45^{c}	37.41±2.56^{b}	41.88±1.43^{d}	47.66±1.51^{b}
昌平区 3 号 No. 3 in *Changping*	16.32±0.61^{b}	20.34±2.63^{b}	30.09±1.03^{b}	39.25±0.99^{a}	46.41±0.79^{a}	50.03±0.68^{a}
延庆区 1 号 No. 1 in *Yanqing*	18.68±0.34^{a}	23.42±3.34^{a}	31.45±2.03^{a}	40.20±1.83^{a}	46.78±1.64^{a}	50.23±1.47^{a}
延庆区 2 号 No. 2 in *Yanqing*	17.43±1.29^{a}	22.14±2.08^{a}	32.45±2.78^{a}	38.45±0.07^{b}	43.58±2.43^{c}	48.39±0.24^{b}
延庆区 3 号 No. 3 in *Yanqing*	15.42±0.56^{b}	19.36±1.13^{b}	27.25±3.01^{c}	36.72±0.79^{b}	42.49±1.58^{c}	46.59±1.01^{c}
房山区 1 号 No. 1 in *Fangshan*	13.45±0.76^{c}	16.42±0.73^{c}	27.36±0.57^{c}	36.63±1.78^{c}	43.20±1.34^{c}	47.34±1.13^{b}
房山区 2 号 No. 2 in *Fangshan*	11.74±0.95^{d}	15.75±1.74^{d}	25.35±2.01^{d}	35.53±1.48^{c}	39.55±0.56^{d}	44.55±2.38^{d}
房山区 3 号 No. 3 in *Fangshan*	14.32±0.58^{c}	17.80±3.67^{c}	29.63±1.46^{b}	38.28±1.98^{b}	42.15±2.23^{c}	46.67±0.58^{c}

同列数据肩标无字母或相同字母表示差异不显著(P>0.05)，不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。下表同。

In the same column, values with no letter or the same letter superscripts mean no significant difference (P>0.05), while with different small letter superscripts mean significant difference (P<0.05). The same as below.

由表 4 可以看出，DM 快速降解部分含量最高的为昌平区 2 号奶牛场，达到了 18.99%，其次为昌平区 1 号奶牛场和延庆区 1 号奶牛场，其 DM 快速降解部分含量分别达到了 18.03%和 17.86%。然而，房山区 1 号奶牛场的 DM 快速降解部分含量最低，只有 6.83%。DM 的有效瘤胃降解率以昌平区 2 号奶牛场最高，有 38.47%，其次为延庆区 3 号奶牛场，降解率达到了 34.36%，而最低的房山区 3 号奶牛场只有 28.91%，显著低于昌平区 2 号奶牛场（P<0.05）。

昌平区、延庆区和房山区奶牛场的玉米青贮饲料 DM 有效降解率平均值以昌平区最高，其次延庆区，房山区最低。

表 4　玉米青贮饲料干物质瘤胃降解参数

Table 4　Ruminal degradation parameters of DM of maize silage feed　　%

奶牛场 Dairy farms	快速降解部分 Rapidly degraded fraction/%	慢速降解部分 Slowly degraded fraction/%	慢速降解部分的降解速率 Degradation rate of slowly degraded fraction/（%/h）	有效降解率 ED/%
昌平区 1 号 No. 1 in *Changping*	18.03±0.82^{ab}	37.02±0.23^{e}	3.23±0.01^{bc}	33.24±1.52^{cd}
昌平区 2 号 No. 2 in *Changping*	18.99±0.42^{a}	55.45±5.56^{a}	2.51±0.00^{bc}	38.47±0.79^{a}

昌平区 3 号 No. 3 in *Changping*	12.31±2.17^{de}	39.27±9.57^{d}	4.49±0.01^{abc}	30.74±0.95^{cd}
延庆区 1 号 No. 1 in *Yanqing*	17.86±0.59^{ab}	50.89±10.50^{b}	1.90±0.01^{c}	32.15±1.20^{cd}
延庆区 2 号 No. 2 in *Yanqing*	16.01±0.41^{bc}	55.31±10.02^{a}	3.24±0.01^{bc}	33.79±2.00^{bc}
延庆区 3 号 No. 3 in *Yanqing*	10.91±0.31^{ef}	44.31±5.84^{cd}	5.41±0.01^{abc}	34.36±1.07^{abc}
房山区 1 号 No. 1 in *Fangshan*	6.83±0.96^{g}	41.79±6.14^{de}	6.86±0.03^{a}	30.50±1.49^{cd}
房山区 2 号 No. 2 in *Fangshan*	8.41±1.41^{fg}	38.21±2.24^{e}	8.64±0.03^{a}	32.91±2.27^{cd}
房山区 3 号 No. 3 in *Fangshan*	13.69±0.42^{cd}	37.27±5.15^{e}	3.34±0.01^{bc}	28.91±2.43^{d}

2.3 玉米青贮饲料的 NDF 瘤胃降解特性

由表 5 可以看出，NDF 的瘤胃降解率在 4~24 h 上升缓慢，在 24~48 h 上升明显加快，48~72 h 变化有所减缓，可见玉米青贮饲料中 NDF 的快速降解集中在 24~48 h。在 4、8、12、24 和 72 h，延庆区 1 号奶牛场的玉米青贮饲料 NDF 瘤胃降解率最高，而房山区 1 号奶牛场的玉米青贮饲料 NDF 降解率最低，二者之间差异显著（P<0.05）。

综合来看，北京市周边地区，延庆区的奶牛场的玉米青贮饲料的 NDF 瘤胃降解率最高，其次是昌平区的奶牛场，而房山区的奶牛场最低。

表 5 玉米青贮饲料中性洗涤纤维瘤胃降解率

Table 5 Ruminal NDF degradation rate of maize silage feed %

奶牛场 Dairy farms	取样时间点 Sampling time/h					
	4	8	12	24	48	72
昌平区 1 号 No. 1 in *Changping*	6.34±1.67^{b}	12.48±0.40^{b}	18.30±1.68^{b}	23.98±0.95^{b}	44.38±0.55^{b}	52.27±1.27^{bc}
昌平区 2 号 No. 2 in *Changping*	5.46±2.46^{b}	10.38±1.49^{c}	16.77±0.20^{c}	22.37±1.43^{bc}	46.58±1.43^{a}	54.33±1.79^{b}
昌平区 3 号 No. 3 in *Changping*	7.49±0.60^{a}	12.29±1.57^{b}	17.18±1.68^{bc}	23.19±0.88^{b}	43.41±0.79^{bc}	50.19±0.93^{c}
延庆区 1 号 No. 1 in *Yanqing*	8.29±0.63^{a}	14.20±0.29^{a}	20.60±2.02^{a}	25.38±1.63^{a}	47.37±1.64^{a}	56.35±2.55^{a}
延庆区 2 号 No. 2 in *Yanqing*	7.69±1.29^{a}	13.18±1.08^{a}	18.73±1.78^{b}	23.48±0.29^{b}	45.63±2.43^{b}	55.75±0.98^{a}
延庆区 3 号 No. 3 in *Yanqing*	7.59±0.56^{a}	12.57±1.13^{b}	18.96±1.48^{b}	24.57±0.83^{a}	46.20±1.58^{a}	53.83±1.33^{b}
房山区 1 号 No. 1 in *Fangshan*	5.29±1.49^{b}	10.28±0.74^{c}	15.26±0.54^{c}	20.74±1.73^{c}	41.59±1.34^{c}	47.96±1.78^{d}
房山区 2 号 No. 2 in *Fangshan*	5.46±1.24^{b}	11.59±1.58^{b}	16.58±1.79^{bc}	22.36±1.20^{bc}	42.96±0.56^{bc}	50.58±0.77^{c}
房山区 3 号 No. 3 in *Fangshan*	6.48±0.40^{b}	12.09±1.49^{b}	18.38±1.63^{b}	24.84±1.59^{a}	40.14±2.23^{c}	48.28±0.74^{d}

由表 6 可以看出，NDF 快速降解部分含量最高的为昌平区 3 号奶牛场，达到了 10.92%，其次为昌平区 2 号奶牛场和延庆区 1 号奶牛场，分别达到了 10.76%和 7.82%。房山区 2 号奶牛场的 NDF 快速降解率最低，只有 3.16%。NDF 的有效瘤胃降解率以延庆区 1 号奶牛场最高,达到了 30.18%，而最低的房山区 2 号奶牛场只有 19.63%，二者之间差异显著（P<0.05）。

综合来看,北京市昌平区、延庆区和房山区的玉米青贮饲料 NDF 有效降解率以延庆区为最高，昌平区次之，房山区最低。

表 6 玉米青贮饲料中性洗涤纤维瘤胃降解参数

Table 6　Ruminal degradation parameters of NDF of maize silage feed

奶牛场 Dairy farms	快速降解部分 Rapidly degraded fraction/%	慢速降解部分 Slowly degraded fraction/%	慢速降解部分的降解速率 Degradation rate of slowly degraded fraction/（%/h）	有效降解率 ED/%
昌平区 1 号 No. 1 in *Changping*	6.36±0.31^{bc}	63.91±2.81^{cd}	1.88±0.00^{c}	21.73±1.05^{b}
昌平区 2 号 No. 2 in *Changping*	10.76±0.85^{a}	67.07±4.61^{bc}	1.47±0.01^{c}	25.23±2.83^{ab}
昌平区 3 号 No. 3 in *Changping*	10.92±0.11^{a}	77.06±3.68^{ab}	1.57±0.00^{c}	27.04±1.71^{ab}
延庆区 1 号 No. 1 in *Yanqing*	7.82±0.64^{b}	43.40±6.47^{ef}	5.28±0.02^{a}	30.18±0.88^{a}
延庆区 2 号 No. 2 in *Yanqing*	7.51±1.67^{b}	52.91±7.07^{ed}	2.50±0.01^{bc}	25.79±1.83^{ab}
延庆区 3 号 No. 3 in *Yanqing*	5.20±0.77^{cd}	56.52±3.10^{cd}	2.25±0.01^{c}	25.91±1.99^{a}
房山区 1 号 No. 1 in *Fangshan*	6.22±0.76^{bc}	38.69±1.13^{f}	2.56±0.00^{bc}	20.03±0.87^{b}
房山区 2 号 No. 2 in *Fangshan*	3.16±1.15^{d}	42.55±5.54^{ef}	3.10±0.01^{abc}	19.63±0.42^{b}
房山区 3 号 No. 3 in *Fangshan*	6.32±1.20^{bc}	84.70±1.49^{a}	1.63±0.00^{c}	25.58±0.22^{ab}

3　讨　论

本试验中，随着培养时间的延长，玉米青贮饲料 DM 的瘤胃降解率一直缓慢升高。类似地，前人得出相似的研究结果，不同奶牛场玉米青贮饲料 DM 的瘤胃动态降解模型趋势相同[9-11]。然而，本试验中检测出的 DM 有效降解率均低于赵天章等[11]的结果，这可能是由试验时间和试验动物个体差异引起的。本试验中，北京市周边地区的奶牛场以昌平区的奶牛场 DM 有效降解率最高，但昌平区奶牛场的玉米青贮饲料中 DM 含量并不是最高的，该含量最高的房山区反而是 DM 有效降解率最低，这说明了玉米青贮饲料中 DM 含量与 DM 在奶牛瘤胃中的降解率不存在线性关系，仅仅增加 DM 在玉米青贮饲料中的含量并不能使 DM 的瘤胃降解率增加。

NDF 的摄入不仅可以刺激奶牛分泌唾液加速反刍，而且增加 NDF 的瘤胃降解率能显著增加奶牛 DM 采食量和产奶量[9,12-13]。NDF 主要由纤维素、半纤维素和木质素构成，其中木质素不能被微生物利用[14-15]，所以 NDF 组成也会影响到其在瘤胃中的降解率。本试验中，延庆区 1 号奶牛场的玉米青贮饲料 NDF 有效降解率最高，达到 30.18%，而 NDF 有效降解率最低的是房山区 2 号奶牛场，降解率仅为 19.63%。前 24 h NDF 的瘤胃降解率呈缓慢上升趋势，到 24~48 h 时可以看出 NDF 的瘤胃降解率上升较快，说明了 NDF 在瘤胃中的降解主要发生在 24 h 之后。北京市周边地区奶牛场以延庆区奶牛场的 NDF 有效降解率最高，但昌平区奶牛场玉米青贮饲料中的 NDF 含量要高于延庆区的奶牛场。由此可见，一味增加 NDF 在玉米青贮饲料中的含量无法提高 NDF 的瘤胃降解率。

众所周知，奶牛的采食量与产奶量有着一定的联系，采食量是维持奶牛自身机体功能和保证产奶量前提[3]。据报道，调整饲粮精粗比，提高饲粮 DM 尤其粗纤维的采食量，可以提高奶牛的

泌乳性能[12]。根据本试验的结果，建议房山区的奶牛场在为奶牛制作玉米青贮饲料时，可以适当降低 DM 的含量，而延庆区的奶牛场则应当适当提高玉米青贮饲料中 DM 的含量。奶牛饲粮中的纤维素含量会影响瘤胃饲料的流通速率和有效消化率[16-17]，而且使牛产生饱腹感，从而抑制采食量的增加[18-20]。纤维素来自饲粮中的牧草，主要是由苜蓿、禾本科牧草和玉米青贮饲料提供[21]。奶牛利用植物细胞壁中的纤维素、半纤维素以及果胶等成分，在奶牛瘤胃中变成挥发性脂肪酸为奶牛供能。根据本试验的结果，昌平区的奶牛场可以适当降低奶牛玉米青贮饲料中 NDF 的含量，而延庆区的奶牛场则应当适当增加奶牛玉米青贮饲料中 NDF 的含量。

通过对比北京市周边地区奶牛场的玉米青贮饲料成分及 DM 和 NDF 的瘤胃降解率可以发现，北京市周边地区奶牛场在玉米青贮饲料的制作方面仍然存在问题，各牛场可以根据本试验提供的结果及各牛场自身的实际情况适当调整玉米青贮饲料中 DM 和 NDF 的比例，以提高奶牛瘤胃降解率，进而提高奶牛的生产性能。除调整奶牛玉米青贮饲料饲粮中的 DM 和 NDF 含量外，还应当注意制作玉米青贮饲料的原料。目前我国青贮饲料大部分采用的是玉米秸秆，极少采用全株玉米进行青贮的。崔淘气[22]使用玉米秸秆青贮与全株玉米青贮饲料饲喂奶牛的研究结果显示，除了精饲料要营养全面、合理搭配外，还要为奶牛供给优质的粗饲料，利用全株玉米青贮饲料饲喂奶牛，奶牛的 DM、NDF 瘤胃消化率均优于去穗玉米秸秆青贮。不仅如此，全株玉米青贮饲料还提高了饲料的适口性及营养价值[22]。建议北京市周边地区各奶牛场可根据以上研究成果，使用全株青贮玉米代替去穗玉米秸秆青贮作为制作玉米青贮饲料的原料，在优化饲粮配方的基础上，提高青贮原料的质量，提高玉米青贮饲料中 DM 及 NDF 的瘤胃降解率率，进一步提高奶牛的泌乳性能。

4 结　论

① 北京市周边地区不同奶牛场间使用的玉米青贮饲料中 DM 降解率存在显著性差异，其中昌平区奶牛场玉米青贮饲料的 DM 瘤胃降解率最高，达到了 38.47%；房山区奶牛场玉米青贮饲料的 DM 瘤胃降解率最低，仅为 28.91%。

② 北京市周边地区不同奶牛场的玉米青贮饲料中的 NDF 降解率差异显著，其中延庆区 3 个牛场玉米青贮饲料的 NDF 瘤胃降解率最高达到了 30.18%；房山区 3 个牛场中玉米青贮饲料的 NDF 瘤胃降解率最低，仅为 19.63%。

参考文献：

[1] 朱雯.粗料来源对奶牛乳蛋白前体物生成与生产性能的影响与机制研究[D].博士学位论文.杭州:浙江大学,2013.

[2] 萨其仍贵,李九月,乔永明,等.奶牛几种常用粗饲料干物质和纤维物质瘤胃降解率的研究[J].当代畜禽养殖业,2009(4):18–22.

[3] 郑瑞波,王志刚,于世浩.影响奶牛乳脂率的因素及提高措施[J].中国奶牛,2006(7):57–58.

[4] 苗树君,曲永利,杨柳,等.不同收获期玉米青贮营养成分在奶牛瘤胃内降解率的研究[J].动物营养学报,2007,19(2):172–176.

[5] 李洋,李春雷,赵洪波,等.不同产地全株玉米青贮饲料青贮的瘤胃降解特性与小肠消化率的研究[J].动物营养学报,2015,27(5):1641–1649.

[6] 常肖肖,张议夫,赵士萍,等.茶皂素对奶牛免疫功能的影响[J].动物营养学报,2017,29(3):1039–1045.

[7] ØRSKOV E R,MCONALD I.The cstimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage[J].The Journal of Agricultural Science,1979,92(2):499–503.

[8] KRIZSAN S J, AHVENJÄRVI S,VOLDEN H,et al.Estimation of rumen outflow in dairy cows fed grass silage-based diets by use of reticular sampling as an alternative to sampling from the omasal canal[J].Journal of Dairy Science,2010,93(3):1138–1147.

[9] 李志强.苜蓿干草等几种粗饲料的营养价值比较[J].河南畜牧兽医,2002,23(12):27.

[10] POLAN C E,CUMMINS K A,SNIFFEN C J,et a1.Responses of dairy COWS to supplemental rumen-protected forms of methionine and lysine[J].Journal of Dairy Science,1991,74(9):2997–3013.

[11] 赵天章.奶牛主要饲料原料蛋白质和纤维物质瘤胃降解规律的研究[D].硕士学位论文.呼和浩特:内蒙古农业大学,2007:45.49.

[12] 刘太宇,李梦云,聂芙蓉,等.黄河滩区 2 种豆科牧草不同生育期氨基酸瘤胃降解特性的研究[J].

草业学报,2009,18(1):105–111.

[13] 莫放,冯仰廉.常用饲料蛋白质在瘤胃的降解率[J].中国畜牧杂志,1995(3):23–27.

[14] 乔良,郝俊玺,闫素梅,等.奶牛主要饲料原料蛋白质瘤胃降解率的研究[J].中国奶牛,2008(6):18–21.

[15] 朱雯.粗料来源对奶牛乳蛋白前体物生成与生产性能的影响与机制研究[D].博士学位论文.杭州:浙江大学,2013.

[16] VAN SOEST P V,ROBERTSON J B,LEWIS B A.Methods for dietary fiber,neutral detergent fiber,and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition[J].Journal of Dairy Science,1991,74(10):3583–3597..

[17] 奥德,卢德勋,根登.用 4N 盐酸不溶灰分法对放牧的乌珠穆沁羊采食量的测定[J].畜牧与饲料科学,1997(S1):78–79,111.

[18] ØRSKOV E R,HOVELL F D,MOULD F.The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs[J].Tropical Animal Production,1980,5:195–213.

[19] 翁秀秀.泌乳荷斯坦奶牛瘤胃 VFA 吸收动力学与瘤胃上皮血流量的模型研究[J].中国畜牧兽医,2012(8):52–52.

[20] PINOS-RODRÍGUEZ J M,GONZÁLEZ S S,MENDOZA G D,et al.Effect of exogenous fibrolytic enzyme on ruminal fermentation and digestibility of alfalfa and ryegrass hay fed to lambs[J].Journal of Animal Science,2002,80(11):3016–3020.

[21] EASTRIDGE M L,BUCCI P B,RIBEIRO C V D M.Feeding equivalent concentrations of forage neutral detergent fiber from alfalfa hay,grass hay,wheat straw,and whole cottonseed in maize silage based diets to lactating cows[J].Animal Feed Science and Technology,2009,150(1/2):86–94.

[22] 崔淘气.玉米秸秆青贮与全株玉米青贮饲喂奶牛的效果[J].河北畜牧兽医,2001(9):24–26.

Comparative Analysis on Ruminal Degradation Characteristics of Maize Silage Feed in Dairy Farms

around *Beijing*

ZHANG Jie[1] TONG Jinjin[1] YANG Delian[1] JIANG Qihui[1] JIANG Linshu[1*] XIONG Benhai[2*]

（1. *Key Laboratory for Dairy Cow Nutrition of Beijing*， *College of Animal Science and Technology*， *Beijing University of Agriculture*， *Beijing* 102206， *China*； 2. *Institute of Animal Science*， *Chinese Academy of Agricultural Sciences*， *Beijing* 100193， *China*）

Abstract: The aim of this study was to compare the ruminal degradation characteristics of dry matter (DM) and neutral detergent fiber (NDF) in maize silage feed in dairy farms around *Beijing*. Three healthy Holstein dairy cows with permanent rumen fistulas were used as experimental animals. Ruminal degradation rate and characteristics of DM and NDF in 72 h in maize silage feed in 9 dairy farms in *Changping, Yanqing and Fangshan* (**3 farms per district**) were determined by nylon bag method. The results showed as follows: 1) the average value of DM content in maize silage feed in dairy farms in *Fangshan* was the highest, but those of NDF and acid detergent fiber (ADF) were the lowest; the average values of DM contents in maize silage feed in dairy farms in *Changping* and *Yanqing* was close, that of ADF content in dairy farms in *Yanqing* was the highest, and that of NDF content in dairy farms in *Changping* was the highest. 2) Dairy farm No. 2 in *Changping* had the highest effective degradation rate of DM in maize silage feed, which was 38.47%; dairy farm No. 3 in *Fangshan* had the lowest effective degradation rate of DM in maize silage feed, which was 28.91%; the difference between these two districts was significant （P<0.05）. 3) Dairy farm No. 1 in *Yanqing* had the highest effective degradation rate of NDF in maize silage feed, which was 30.18%, and dairy farm No. 2 in *Fangshan* had the lowest value, which was 19.63%; the difference between these two districts was significant（P<0.05）. In conclusion, the degradation characteristics of maize silage feed in different dairy farms around *Beijing* are different; it is required that balanced diets should be formulated based on nutrient requirement of dairy cows at different growth, development and lactation stages, combined with the actual nutrient composition.

Key words: dairy cow; areas around *Beijing*; maize silage feed; ruminal degradation

*Corresponding authors: JIANG Linshu, professor, E-mail: kjxnb@vip.sina.com; XIONG Benhai, professor, E-mail: xiongbenhai@caas.cn (责任编辑　王智航)